

रासायनिक उर्वरक:

रसायनशास्त्र की प्रयोगशालाओं को पौधों के जीवन से जोड़ना

जया अय्यर

निरन्तर बढ़ती हुई जनसंख्या का पेट भरने के लिए आवश्यक पर्याप्त मात्रा में विभिन्न फसलों का उत्पादन करना एक चुनौती है। इसका सामना अनेक देशों को, विशेष रूप से विकासशील देशों और कम विकसित देशों को करना पड़ रहा है। उपजाऊ जमीन की उपलब्धता, जलवायु की अनुकूल परिस्थितियों (और खेती की अच्छी पद्धतियों) के साथ विभिन्न प्रकार की आवश्यक सामग्री जैसे कि उच्च पैदावार देने वाले बीज, उर्वरक, कीट नियंत्रक दवाएँ, सिंचाई आदि इस सन्दर्भ में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। यह लेख पाठकों का परिचय रासायनिक उर्वरकों से करवाता है जो कि खाद्य उत्पादन में लगने वाली सबसे महत्त्वपूर्ण बाहरी सामग्रियों में से एक हैं।

मनुष्य और अन्य पशु अपने पोषण की जरूरतों को पूरा करने के लिए प्रत्यक्ष रूप से या परोक्ष रूप से पौधों पर निर्भर करते हैं। पोषण के लिए आवश्यक चीजों में कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन और विटामिन तो होते ही हैं, इनमें विभिन्न प्रकार के खनिज तत्व भी शामिल रहते हैं, जैसे कि फॉस्फोरस, पोटैशियम, आयरन, मैग्नीशियम आदि। पौधों के पोषण के लिए भी ऐसी ही जरूरतें होती हैं। पौधों की कार्बोहाइड्रेट (कार्बन, हाइड्रोजन तथा आक्सीजन) की जरूरतें प्रकाश संश्लेषण (फोटोसिंथेसिस) की प्रक्रिया के माध्यम से प्रकाश, हवा और पानी के द्वारा पूरी की जाती हैं। लेकिन कार्बोहाइड्रेट के अलावा पौधों को अमीनो अम्लों का उत्पादन करने के लिए नाइट्रोजन (N) तथा सल्फर (S) जैसे तत्वों की, न्यूक्लिक अम्लों का संश्लेषण करने के लिए फॉस्फोरस (P) की, आयनों के परिवहन और एन्जाइम के कामकाज के लिए पोटैशियम (K) आदि तत्वों की भी आवश्यकता होती है। पौधों के द्वारा ये तत्व उस मिट्टी से अवशोषित जाते हैं जिसमें वे उगते हैं।

उपजाऊ मिट्टी इन अति आवश्यक तत्वों से सम्पन्न होती है, जिसके कारण उसमें पौधों का स्वस्थ विकास सम्भव हो पाता है। परन्तु, खाद्य फसलों की खेती करने में अक्सर उसी मिट्टी में बार–बार बड़े पैमाने पर पौधों को उगाने का चक्र दोहराया जाता है। इससे मिट्टी को फिर से जीवन्त होने का अवसर नहीं मिलता। इसके परिणामस्वरूप समय बीतने पर उन सभी आवश्यक

तत्वों में भारी कमी आ जाती है, जिनकी खाद्य फसलों को अपनी वृद्धि के लिए तलाश रहती है।

ऐसे सभी पदार्थ उर्वरक होते हैं जो मिट्टी में पोषक तत्व मिलाने के लिए इस्तेमाल किए जा सकते हैं, जिससे कि मिट्टी की उर्वरता में सुधार आता है और फसलों के बढ़ने तथा पैदावार में वृद्धि होती है। उर्वरकों को मोटेतौर पर दो वर्गों में बाँटा जाता है। पहला है प्राकृतिक या जैविक उर्वरक, जिनमें पीट (वनस्पति और घास का कचरा), पशुओं का मल–मूत्र तथा अवशेष, पौधों तथा फल–सब्जियों के घरेलू कचरे से बनाया गया कम्पोस्ट, निस्तार में निकला मल का कीचड़, जैव–उर्वरक आदि शामिल रहते हैं। दूसरा वर्ग रासायनिक उर्वरकों का है, जिनका उत्पादन संश्लेषण करके किया जाता है। इनमें ऐसे रसायन जैसे कि यूरिया, कैल्शियम अमोनियम नाइट्रेट, अमोनियम सल्फेट आदि शामिल रहते हैं।

यह लेख रासायनिक उर्वरकों पर केन्द्रित है और इस विषय के विभिन्न पहलुओं के बारे में ऐसी अन्तर्दृष्टियाँ प्रदान करता है जो आमतौर पर पाठ्यपुस्तकों में उपलब्ध नहीं रहतीं।

पौधों की पोषक तत्वों की जरूरतें और उनकी आपूर्ति

पौधों के उगने और पनपने के लिए अनेक रासायनिक तत्वों की जरूरत होती है। इनका वर्गीकरण इस प्रकार किया जा सकता है :

(क) प्रमुख रूप से आवश्यक पोषक तत्व : नाइट्रोजन, फॉस्फोरस तथा पोटैशियम

(ख) द्वितीयक पोषक तत्व : कैल्शियम, मैग्नीशियम और सल्फर

(ग) सूक्ष्म मात्रा वाले पोषक तत्व : आयरन, मैंगनीज, जिंक तथा कॉपर। साथ ही अति सूक्ष्म मात्रा में कई अन्य तत्व जैसे बोरोन तथा मोलीब्डनम।

पौधे इन्हें सोखकर आत्मसात कर सकें इसके लिए इनकी आपूर्ति किस प्रकार की जाती है?

उपरोक्त तत्वों को रसायन के रूप में मिट्टी में मिलाए जाने की जरूरत होती है (हालाँकि कुछ पत्तियों पर छिड़के जाते हैं)। उन्हें पानी में घुलनशील होना चाहिए या कुछ समय के अन्तराल में धीरे–धीरे घुलते रहना चाहिए। घुले हुए लवण (उनके आयनिक रूप में) पौधों की जड़ों की झिल्लियों के द्वारा विसरण की प्रक्रिया के माध्यम से सोख लिए जाते हैं। मिट्टी का सूक्ष्म–जीवाणुओं (माइक्रोब्स) से युक्त तंत्र, एन्जाइमों का इस्तेमाल करने वाली प्रक्रियाओं के द्वारा, उसमें मिलाए गए उर्वरकों में से कुछ को सोखने योग्य रूपों में परिवर्तित करने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है। सूक्ष्म जीवाणु आवश्यकता से अधिक प्रदान किए पोषक तत्वों में से कुछ को मिट्टी में स्थापित करने का काम भी करते हैं। इसलिए पौधों के द्वारा रासायनिक उर्वरकों का कारगर तरीके से सोखा जाना, जिस मिट्टी में वे उगते हैं उसमें स्थित सूक्ष्म–जीवाणुओं की गतिविधि और उसमें पानी की मात्रा पर निर्भर करता है।

रासायनिक उर्वरकों का उत्पादन एक पोषक तत्व या कई पोषक तत्वों वाले रासायनिक रूपों में किया जा सकता है। एक पोषक तत्व वाले उर्वरकों को 'सीधे उर्वरक' कहा जाता है, और बहु–पोषक तत्वों वाले उर्वरकों को 'मिश्रित उर्वरक' कहा जाता है। यूरिया को छोड़कर, अधिकांश उर्वरक बहु–पोषक तत्वों वाले होते हैं। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि उर्वरक पानी में घुलनशील ऐसे अकार्बनिक रसायन होते हैं, जिनमें कैटायन और ऐनायन होते है; इन आयनों में से प्रत्येक कोई पोषक तत्व प्रदान करता है।

मिश्रित उर्वरकों में दो या दो से अधिक पोषक तत्व निहित होते हैं और उनकी संरचना N-P-K के क्रम में व्यक्त की जाती है। नाइट्रोजन (N) की मात्रा वजन के अनुसार (N) का %, फॉस्फोरस (P) की मात्रा वजन के अनुसार P_2O_5 का % और पोटैशियम (K) की मात्रा वजन के अनुसार K_2O के % के रूप में व्यक्त की जाती हैं। परम्परा के तौर पर, P_2O_5 तथा K_2O, दोनों ही इसमें अवधारणात्मक रूप से निरूपित किए गए होते हैं; वास्तव में वे

इनमें इन रासायनिक रूपों में मौजूद नहीं होते। N-P-K-S संरचना वाले मिश्रित उर्वरकों में सल्फर की मात्रा का उल्लेख भी, S के प्रतिशत के रूप में किया जाता है।

अब हम भारतीय बाजारों में उपलब्ध रासायनिक उर्वरकों पर एक नजर डालेंगे।

नाइट्रोजन युक्त उर्वरक

1. यूरिया : इस वर्ग का सबसे अधिक जाना–माना और लोकप्रिय उर्वरक यूरिया है। यह पानी में घुलनशील एक कार्बनिक रसायन है, जिसका निर्माण अमोनिया (NH_3) और कार्बन डाईआक्साइड (CO_2) से एक उच्च दबाव और तापमान वाली औद्योगिक प्रक्रिया के द्वारा किया जाता है। यूरिया का रासायनिक सूत्र NH_2-CO-NH_2 होता है। यूरिया में वजन के अनुसार लगभग 46% नाइट्रोजन होती है।



प्रिल टावर

सबसे अधिक उपयोग किए जाने वाले नाइट्रोजन युक्त उर्वरक यूरिया के बड़े पैमाने पर उत्पादन ने इसे किसानों के लिए कम कीमत पर (जिन्हें भारत सरकार द्वारा आंशिक योगदान या सबसिडी देकर और भी कम कर दिया जाता है) हासिल करना सम्भव बनाया है। यूरिया को छोटी–छोटी गोलियों (प्रिल्स) के रूप में, प्रिलिंग (गोली बनाने वाली) नामक औद्योगिक प्रक्रिया के द्वारा बनाया जाता है। इस प्रक्रिया में पिघले हुए यूरिया को एक बहुत ऊँचे टावर में ऊपर से नीचे गिराया जाता है। इसकी बूँदें जब नीचे आती हैं तो वे ठोस आकार ले लेती हैं। यूरिया पूरी तरह से पानी में घुलनशील है, लेकिन यह पौधों के द्वारा सीधे नहीं सोखा जाता। यह मिट्टी के सूक्ष्म जीवाणुओं में यूरीज नाम के एक एन्जाइम के द्वारा पानी में विघटित (हाइड्रोलाइज) कर दिया जाता है, जिससे अमोनियम तथा कार्बोनेट आयन बनते हैं। अमोनियम को विसरण की प्रक्रिया से पौधों के द्वारा सोख लिया जाता है।

पूछा जा सकता है कि अमोनिया सीधे ही पौधों को क्यों नहीं दी जा सकती ? वास्तव में उसकी सीधी आपूर्ति की जा सकती है। अमेरिका जैसे देशों में, ऐसा पाइपलाइनों के द्वारा खेतों तक अमोनिया पहुँचाकर किया भी जाता है। परन्तु, कमरे के तापमान पर अपने विशुद्ध रूप में अमोनिया एक बेहद तीखी और जहरीली गैस होती है। किसी भी हानिकारक प्रभाव से बचने के लिए अमोनिया को यूरिया में परिवर्तित कर दिया जाता है। जिसका आसानी से परिवहन किया जा सकता है, जो पानी में घुलनशील है और इस रूप में किसान आसानी से उपयोग कर सकते हैं।



चित्र 1 : यूरिया की गोलियाँ (प्रिल्स)

2. कैल्शियम अमोनियम नाइट्रेट (CAN) : यह अमोनियम नाइट्रेट और कैल्शियम कार्बोनेट का मिश्रण होता है, जिन्हें ऐसे अनुपात में मिलाकर दानेदार रूप दिया जाता है कि उसमें वजन के अनुसार लगभग 25% नाइट्रोजन होती है। इस नाइट्रोजन की 12.5% अमोनियाकल नाइट्रोजन (NH_4) के रूप में होती है और शेष 12.5% नाइट्रेट नाइट्रोजन (NO_3) के रूप में होती है। चूँकि इसमें एक अतिरिक्त पोषक तत्व कैल्शियम होता है, इसलिए यह फसलों के लिए लाभकारी होता है। हालाँकि इसमें नाइट्रोजन की कुल मात्रा यूरिया से कम होती है।

3. अमोनियम सल्फेट : इसे अक्सर एक सह–उत्पाद की तरह प्राप्त किया जाता है। इसमें 20.6% नाइट्रोजन अमोनियाकल रूप में होती है। चूँकि इसमें सल्फर भी (वजन के अनुसार 23%) होता है, जो पौधों के लिए एक बहुत महत्त्वपूर्ण पोषक तत्व है, इसलिए अनेक फसलों के लिए अमोनियम सल्फेट एक अच्छा उर्वरक होता है। पानी में 100% घुलनशील होने के कारण यह बूँद–बूँद वाली सिंचाई पद्धति (ड्रिप इरिगेशन) के लिए उपयोगी है, जिसमें उर्वरक के घोल को पतले रूप में पाइपों के द्वारा सीधे ही पौधों की जड़ों में दिया जाता है। छिड़काव वाली सिंचाई पद्धति (स्प्रिंकलर इरिगेशन) में इस घोल को पौधों पर छिड़का जाता है।

फॉस्फेटिक उर्वरक

फॉस्फेटिक उर्वरकों में फॉस्फोरस (जिसे P_2O_5 की तरह निरूपित किया जाता है) प्रमुख पोषक तत्व के रूप में होता है।

फॉस्फोरस को प्राकृतिक रूप से चट्टानी फॉस्फेट (रॉक फॉस्फेट) से प्राप्त किया जाता है, जो कि फॉस्फोरस से समृद्ध एक खनिज होता है। इसमें मुख्य रूप से कैल्शियम फॉस्फेट होता है। यही सभी फॉस्फेटिक उर्वरकों का प्राथमिक स्रोत होता है। रॉक फॉस्फेट को खनिज अम्लों के साथ क्रिया करवाकर पचाया जाता है, जिससे खनिज अम्ल के कैल्शियम लवण के साथ फॉस्फोरिक अम्ल प्राप्त किया जाता है। उदाहरण के लिए, सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ रॉक फॉस्फेट की अभिक्रिया से फॉस्फोरिक अम्ल तथा सह–उत्पाद की तरह, कैल्शियम सल्फेट (जिसे फॉस्फो जिप्सम कहते हैं) प्राप्त होते हैं। फॉस्फोरिक अम्ल को अमोनिया मिलाकर उदासीन बनाया जाता है, जिससे दानेदार रूप में डाइअमोनियम फॉस्फेट (DAP) प्राप्त होता है जो कि एक बहुत लोकप्रिय फॉस्फेटिक (P) उर्वरक है।



चित्र 2 : मोटी पिसाई और आकार के अनुसार छटाई के बाद रॉक फॉस्फेट

नाइट्रिक अम्ल के साथ रॉक फॉस्फेट की अभिक्रिया से फॉस्फोरिक अम्ल और कैल्शियम नाइट्रेट उत्पन्न होते हैं। फॉस्फोरिक अम्ल–कैल्शियम नाइट्रेट के इस मिश्रण को अमोनिया द्वारा उदासीन बनाकर दानेदार रूप दिया जाता है और इस तरह अमोनियम नाइट्रोफॉस्फेट (ANP) उर्वरक प्राप्त किया जाता है।

इस प्रक्रिया में रॉक फॉस्फेट का नाइट्रिक अम्ल के द्वारा अम्लीकरण किया जाता है जिससे फॉस्फोरिक अम्ल और कैल्शियम नाइट्रेट का मिश्रण अभिक्रिया के निम्न सूत्र के अनुसार प्राप्त होता है :

$$Ca_3(PO_4)_2 + 6\,HNO_3 + 12\,H_2O \rightarrow 2H_3PO_4 + 3\,Ca(NO_3)_2 + 12\,H_2O$$

इस मिश्रण को 0°C से भी नीचे तक ठण्डा किया जाता है। निचले तापमान पर कैल्शियम नाइट्रेट रवेदार रूप में जम जाता है और उसे फॉस्फोरिक अम्ल से अलग किया जा सकता है।

$$2\ H_3PO_4 + 3\ Ca(NO_3)_2 + 12\ H_2O \rightarrow 2H_3PO_4 + 3\ Ca(NO_3)_2{\cdot}4H_2O$$

इस प्रक्रिया के परिणामस्वरूप प्राप्त हुए कैल्शियम नाइट्रेट को एक नाइट्रोजन उर्वरक की तरह इस्तेमाल किया जा सकता है। जब इसका उपयोग अमोनियम कार्बोनेट के साथ अभिक्रिया करने में किया जाता है, तो उसके फलस्वरूप अमोनियम नाइट्रेट तथा कैल्शियम कार्बोनेट, जो एक सह–उत्पाद होता है, बनते हैं। कैल्शियम अमोनियम नाइट्रेट (CAN) का उत्पादन अमोनियम नाइट्रेट और कैल्शियम कार्बोनेट के मिश्रण को दानेदार स्वरूप में बदलकर किया जाता है। इसे छानने पर छने हुए द्रव में मुख्य रूप से फॉस्फोरिक अम्ल, थोड़ा नाइट्रिक अम्ल तथा अवशिष्ट कैल्शियम नाइट्रेट होता है। इसको अमोनिया से उदासीन बनाकर अमोनियम नाइट्रोफॉस्फेट (ANP) का उत्पादन किया जाता है।

$$Ca(NO_3)_2 + 4\ H_3PO_4 + 8\ NH_3 \rightarrow CaHPO_4 + 2\ NH_4NO_3 + 3(NH_4)2HPO_4$$

प्रमुख फॉस्फेटिक उर्वरक इस प्रकार हैं :

1. सिंगल सुपरफॉस्फेट
2. ट्रिपल सुपरफॉस्फेट
3. मोनोअमोनियम फॉस्फेट, MAP (11–52–0)
4. डाइअमोनियम फॉस्फेट, DAP (18–46–0)
5. अमोनियम नाइट्रोफॉस्फेट, ANP (20–20–0)

पोटैशियम उर्वरक

पौधों के लिए तीसरा सबसे महत्त्वपूर्ण पोषक तत्व पोटैशियम (K) है। इसे पोटैशियम क्लोराइड (पोटाश के मुरिएट, MOP) के रूप में, या पोटैशियम सल्फेट के रूप में दिया जाता है। मूल्य की दृष्टि से MOP ज्यादा सस्ता होता है, इसलिए यह किसानों के द्वारा व्यापक रूप से K उर्वरक की तरह इस्तेमाल किया जाता है। इसे या तो इसी रूप में प्रयोग करते हैं या फिर N तथा P के साथ मिलाकर मिश्रित उर्वरकों की तरह उपयोग करते हैं।

मिश्रित उर्वरक

इनमें एक से अधिक पोषक तत्व होते हैं। इन्हें N-P-K-S की तरह निरूपित किया जाता है। ऊपर बताए गए फॉस्फेटिक उर्वरकों में से कुछ इस वर्ग के अन्तर्गत आते हैं क्योंकि उनमें नाइट्रोजन (N) भी होती है। N-P-K से दर्शाए जाने वाले मिश्रित उर्वरक किसानों द्वारा व्यापक रूप से इस्तेमाल किए जाते हैं। पोटैशियम (K) की आवश्यक मात्रा प्राप्त करने के लिए, इनमें MOP (KCl) या पोटैशियम सल्फेट को भी मिला लिया जाता है।

द्रव उर्वरक तथा पानी में घुलनशील उर्वरक

द्रव उर्वरकों, जैसे कि यूरिया, अमोनियम नाइट्रेट तथा कई पोषक तत्वों वाले और पानी में 100% घुलनशील उर्वरकों के उत्पादन और बिक्री को भारत सरकार द्वारा स्वीकृति प्रदान की गई है। इन्हें बूँद–बूँद सिंचाई तथा छिड़काव वाली सिंचाई की पद्धतियों में इस्तेमाल किया जाता है। परन्तु, इनकी अपेक्षाकृत अधिक लागत के कारण इनका उपयोग मुख्य रूप से फल–फूल–सब्जी की खेती (हॉर्टीकल्चर) में या ऊँची कीमत वाली फसलों के उत्पादन में ही किया जाता है।

सूक्ष्म पोषक तत्वों वाले उर्वरक

हालाँकि पौधों को सूक्ष्म पोषक तत्वों की उतनी अधिक मात्रा में आवश्यकता नहीं होती जितनी जरूरत उनको N,P,K आदि की होती है, परन्तु फिर भी ये पौधों के स्वस्थ विकास और फसलों के अच्छे उत्पादन के लिए बेहद जरूरी होते हैं। इन्हें पानी में घुलनशील रासायनिक लवणों (जैसे कि जिंक सल्फेट, मैंगनीज सल्फेट, कॉपर सल्फेट, बोरेक्स, फेरस सल्फेट, मैग्नीशियम सल्फेट और अमोनियम मालीबडेट) के रूप में दिया जाता है। पौधों के द्वारा इनको सोखना आसान बनाने के लिए इनमें कीलेटेड (EDTA) लवण भी मिला दिए जाते हैं।

नियंत्रित रूप से छोड़े जाने वाले उर्वरक

घुलकर बह जाने (लीचिंग) या अन्य तरीकों से उर्वरकों के बेकार जाने के नुकसान से बचने के

लिए, साथ ही बार–बार उनकी आपूर्ति को कम से कम करने के लिए नियंत्रित रूप से छोड़े जाने वाले कई उर्वरक विकसित किए गए हैं। पोषक तत्वों के धीरे–धीरे और लम्बे समय तक छोड़े जाने को नियंत्रित करने के लिए, पानी में बहुत ज्यादा घुलनशील उर्वरकों पर पानी में न घुलने वाले, किन्तु मिट्टी के लिए अनुकूल पदार्थों की परत चढ़ा दी जाती है। ऐसे कुछ उर्वरक हैं :

1. सल्फर की परत चढ़ा यूरिया (इसमें यूरिया के दानों पर पिघले हुए सल्फर की परत चढ़ा दी जाती है), SUC, इंटरनेशनल फर्टिलाइजर्स डेवलपमेंट कार्पोरेशन, यू.एस.ए. के द्वारा विकसित किया गया।
2. फॉस्फो–जिप्सम की परत चढ़ा यूरिया (GCU) को गुजरात में गुजरात नर्मदा वैली फर्टिलाइजर्स कम्पनी के एक शोध समूह द्वारा विकसित किया गया।
3. यूरिया सुपरग्रेन्यूल्स (USG) एक अन्य नियंत्रित रूप से छोड़ा जाने वाला यूरिया उर्वरक है जिसका इस्तेमाल सामाजिक वनीकरण में किया जाता है। इस तरह के नियंत्रित रूप से छोड़े जाने वाले उर्वरकों ने व्यावहारिक कृषि–विज्ञान (एग्रोनोमिक) परीक्षणों में पोषक तत्वों के इस्तेमाल किए जाने की बेहतर क्षमता दर्शाई है। परन्तु, इनकी बहुत ज्यादा लागत और कम उपलब्धता के कारण इनका व्यावसायिक उपयोग काफी सीमित है।

भारत में उर्वरकों का उत्पादन

रसायन एवं उर्वरक मंत्रालय द्वारा प्रकाशित आँकड़ों के अनुसार भारत में प्रमुख उर्वरकों के उत्पादन के परिमाण नीचे दी गई तालिका में दर्शाए गए हैं।[1] चूँकि देश में उर्वरकों का उत्पादन यहाँ की आवश्यकताओं की पूर्ति करने के लिए पर्याप्त नहीं होता, इसलिए अतिरिक्त मात्रा में इन्हें आयात किया जाता है।

रासायनिक उर्वरकों की गुणवत्ता और विशेषताओं का विवरण[2]

भारतीय बाजारों में बेचे जाने वाले रासायनिक उर्वरकों की गुणवत्ता और उनकी विशेषताओं के विवरण को भारत सरकार द्वारा सख्ती से नियंत्रित किया जाता है। फर्टिलाइजर (कंट्रोल) ऑर्डर 1985 के अन्तर्गत उर्वरकों की संरचना, विशेषताओं का विस्तृत विवरण और हर अवयव के विश्लेषण की पद्धतियों का स्पष्ट वर्णन किया गया है। समय–समय पर, किन्हीं भी आवश्यक परिवर्तनों को समाहित करने के लिए या उल्लेख की गई सूची में नई चीजें जोड़ने आदि के लिए इस आदेश को संशोधित किया जाता है। उर्वरक निर्माताओं को इन निर्धारित बातों का किसी भी विचलन के बिना, पालन करना पड़ता है। बाजार में सरकारी एजेंसियों द्वारा स्थान पर ही विभिन्न जाँच की जाती हैं और यदि निर्धारित गुणवत्ता का उत्पाद में पालन नहीं किया गया हो तो निर्माता के खिलाफ कानूनी कार्यवाही की जाती है। पोषक तत्वों की मात्रा के अलावा, नमी की मात्रा, दानों का आकार, पानी में घुलनशीलता आदि को भी कड़ाई से निर्धारित और लागू किया जाता है।

सरकार द्वारा उर्वरकों की प्रशासित कीमतें

किसानों द्वारा वहन की जा सकने वाली कीमत पर देश भर में उर्वरकों की पर्याप्त उपलब्धता को सुनिश्चित करने के लिए, भारत सरकार (उर्वरक विभाग) ने उर्वरक मूल्य निर्धारण

तालिका 1 : भारत में प्रमुख उर्वरकों का उत्पादन (मात्रा लाख मीट्रिक टन में)

Fertiliser / Year	2006-07	2007-08	2008-09	2009-10
Urea	203.1	198.6	199.2	211.3
DAP	48.52	42.12	29.93	42.47
Complex Fertilisers	74.28	58.72	67.99	80.38

नीति (फर्टिलाइजर प्राइसिंग पॉलिसी) निर्मित की है। इस नीति के अनुसार, प्रमुख उर्वरकों के बिक्री मूल्य सरकार द्वारा निश्चित और समय–समय पर संशोधित किए जाते हैं। कुछ मिश्रित फार्मूलों का इस्तेमाल करते हुए, उत्पादन की लागत (तथा उनमें पर्याप्त मुनाफे को जोड़कर) और बिक्री मूल्य के बीच के अन्तर की भरपाई सरकार द्वारा निर्माताओं को की जाती है। उर्वरक निर्माता कम्पनियों को क्षतिपूर्ति करने की यह वर्तमान पद्धति फर्टिलाइजर सबसिडी कहलाती है। इस पद्धति का अब आलोचनात्मक परीक्षण किया जा रहा है, ताकि इसकी जगह अन्य तरीकों, जैसे कि किसानों को सीधे नकद सबसिडी देने का उपयोग किया जा सके।

रासायनिक उर्वरकों के उपयोग के तरीके[3]

अधिकांश प्राकृतिक उर्वरकों को मिट्टी या पौधों की जड़ों में सीधे ही प्रयोग किया जाता है, क्योंकि ये मिट्टी को सुधारने वाले भी होते हैं। परन्तु, रासायनिक उर्वरकों को फसल के प्रकार, पानी की उपलब्धता, सोखने का तरीका आदि पर निर्भर करते हुए, कई तरीकों से उपयोग किया जा सकता है। उनके प्रयोग करने के तरीकों में से कुछ का उल्लेख नीचे किया गया है :

(क) ठोस रासायनिक उर्वरक

- आधार में (बेसल) उपयोग : इसमें बीज बोने के पहले उर्वरक को फसल के पूरे क्षेत्र में फैलाकर सीधे ही मिट्टी में मिलाया जाता है। फसल के विकसित होने के दौरान भी समय–समय पर फिर मिलाया जाता है। इस तरीके में पोषक तत्व बहुत ज्यादा मात्रा में बेकार चले जाते हैं, क्योंकि ठोस उर्वरक के दाने आसानी से जड़ों से दूर खिसक सकते हैं। इसकी भरपाई करने के लिए अक्सर आवश्यकता से ज्यादा मात्रा में उर्वरकों का उपयोग किया जाता है। यूरिया जैसे अत्यधिक घुलनशील उर्वरक घुलकर भी बेकार बह जा सकते हैं। यूरिया के जलीय विश्लेषण से बनने वाली अमोनिया भी वाष्प रूप में वातावरण में निकल जाती है।
- जड़ों के नजदीक सतह पर या मिट्टी में थोड़ी गहराई पर उपयोग : बेसल उपयोग की तुलना में यह बेहतर पद्धति है। परन्तु, इसमें मेहनत, मजदूरी अधिक लगती है। इस विधि के लिए सीड–कम–फर्टिलाइजर ड्रिल (मिट्टी में छेद करके बीज एवं उर्वरक डालने वाला यंत्र) का प्रयोग करना लाभकारी होता है।
- पौधों की कतारों के पास पट्टियों में उर्वरक को रखना।

(ख) द्रव उर्वरक, पानी में घुलनशील उर्वरक और सूक्ष्म पोषक तत्वों के घोल

- पत्तियों पर (फोलीयर) उपयोग : पानी में उर्वरक के पतले घोल का पौधों पर छिड़काव किया जाता है। इसमें पोषक तत्व सीधे ही पत्तियों द्वारा सोख लिए जाते हैं।
- सिंचाई के पानी के माध्यम से : पानी में घुलनशील उर्वरकों को सिंचाई की नालियों के द्वारा पौधों को प्रदान किया जाता है।

रासायनिक उर्वरकों के उपयोग से होने वाले लाभ और हानियाँ

भारत जैसे 1.3 अरब लोगों की आबादी वाले देश में पर्याप्त मात्राओं में खाद्य फसलों का उत्पादन एक बड़ी चुनौती है। 1960 के दशक में एक अकाल–पीड़ित देश होने से हालात बदलकर, वैज्ञानिकों, किसानों तथा सरकार के मिले–जुले प्रयासों के द्वारा, हम आज खाद्यान्नों में आत्म–निर्भर होने के करीब आ गए हैं। बहुत हद तक यह उच्च पैदावार देने वाली किस्मों के बीजों, सिंचाई, रासायनिक उर्वरकों तथा अन्य कृषि रसायनों, जैसे कि विभिन्न प्रकार के कीटनाशकों आदि के उपयोग के कारण सम्भव हो पाया है। इसलिए हमारी वर्तमान खाद्य सुरक्षा को हासिल करने में रासायनिक उर्वरकों की भूमिका को कम करके नहीं आँका जा सकता।

परन्तु, विवेकपूर्वक विचार किए बिना रासायनिक उर्वरकों के अंधाधुँध इस्तेमाल से मिट्टी के तंत्र पर और साथ ही व्यापक पर्यावरण पर अनेक नकारात्मक प्रभाव पड़ सकते हैं। हर फसल

के लिए सभी पोषक तत्वों और उनके साथ ही आवश्यक सूक्ष्म पोषक तत्वों तथा मिट्टी को सुधारने वाली सामग्रियों की सन्तुलित आपूर्ति (यह एक फसल से दूसरी फसल के लिए बदलती है) ही लम्बे समय तक चल सकने वाली खेती की अनुकूल स्थितियों को सुनिश्चित कर सकती है। उन्नत पैदावार देने वाले बीजों के साथ यदि पोषक तत्वों के इस्तेमाल में कोई भी असन्तुलन जुड़ जाता है, तो वह मिट्टी को प्राकृतिक रूप से उपलब्ध होने वाले खनिजों से खाली करता जाता है और समय बीतने के साथ वह मिट्टी बंजर बन जाती है।

रासायनिक उर्वरकों की बहुत अधिक खुराकें देने से होने वाली एक अन्य हानि पर्यावरण पर पड़ने वाला उनका दुष्प्रभाव है। उर्वरकों की तरह उपयोग किए जाने वाले पानी में घुलनशील



चित्र 3 : पानी में पोषक तत्वों के कारण होने वाला यूट्रोफिकेशन

रसायन मिट्टी में से बहकर निकल जाते हैं और भूमिगत तथा सतह के दोनों प्रकार के पानी को प्रदूषित कर देते हैं। पानी में फॉस्फेट और नाइट्रेट की अधिक मात्राओं के परिणामस्वरूप यूट्रोफिकेशन (पानी में वनस्पतियों का घने रूप में उगना, सड़ना और फिर पानी की आक्सीजन का क्षय करना जिसके फलस्वरूप जलीय जीव मर जाते हैं) की प्रक्रिया घटित होती है। जब अतिरेक में प्रदान किए गए पोषक तत्व तालाबों और झीलों में पहुँचते हैं, तो शैवाल या काई (एल्गी) तथा ऐसे अन्य जलीय पौधे उनका उपयोग पानी की सतह पर उगने और बढ़ने के लिए करते हैं। वनस्पति के उगने में होने वाली यह वृद्धि पानी में घुली हुई पूरी आक्सीजन का उपयोग कर लेती है। इसके अलावा यह पानी को वातावरण की आक्सीजन मिलने में एक भौतिक अवरोध की तरह काम करती है। आक्सीजन के अभाव में पानी में मौजूद समस्त जीव–जन्तु, जो पानी की सतह के नीचे रहते हैं (इनमें मछलियाँ तथा अन्य जीवरूप शामिल हैं), मरने लगते हैं।परन्तु, चूँकि प्राकृतिक/जैविक उर्वरक अकेले ही देश के एक अरब से भी अधिक लोगों के लिए खाद्य फसलों को आवश्यक मात्रा में नहीं उपजा सकते, इसलिए मिट्टी को सुधारने वाली प्राकृतिक सामग्री के इस्तेमाल के साथ, रासायनिक उर्वरकों का उचित और विवेकपूर्ण उपयोग लम्बे समय के लिए खाद्य सुरक्षा को सुनिश्चित कर सकता है।

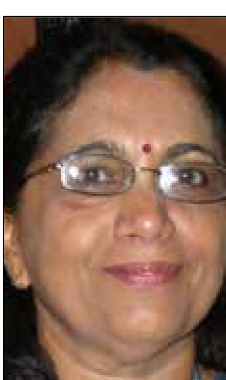
निष्कर्ष

बीजों के बाद, आज विशेष रूप से हमारी खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने की दृष्टि से आवश्यक फसलों की उच्च पैदावार को हासिल करने के लिए, कृषि क्षेत्र में लगने वाली सबसे महत्त्वपूर्ण सामग्रियों में से कुछ रासायनिक उर्वरक ही हैं। किसानों के द्वारा उनकी फसलों के लिए पोषक तत्वों की विशेष जरूरतों पर निर्भर करते हुए विविध प्रकार के उर्वरक इस्तेमाल किए जाते हैं। देश के भीतर अनेक छोटे और बड़े निर्माताओं द्वारा रासायनिक उर्वरकों का उत्पादन किया जाता है। इन उर्वरकों की कुछ मात्राओं का हर साल

आयात भी किया जाता है। किसानों को उनके द्वारा वहन की जा सकने वाली कीमतों पर उर्वरकों की उपलब्धता को सुनिश्चित करने के लिए इस उद्योग पर भारत सरकार द्वारा नजदीकी निगरानी रखी जाती है और उसे नियंत्रित किया जाता है। अन्य प्राकृतिक उर्वरकों और मिट्टी सुधारने वाले पदार्थो के साथ, रासायनिक उर्वरकों का उचित और विवेकपूर्ण उपयोग ही लम्बे समय तक चलने वाले कृषि उत्पादन को और साथ ही निरन्तर सबके लिए पर्याप्त भोजन की उपलब्धता को सुनिश्चित कर सकता है।

Reference

1. Government of India, Department of Fertilisers. Ministry of Chemicals and Fertilisers. URL: http://fert.nic.in
2. The Fertiliser (Control) Order 1985. Ministry of Agriculture and Rural Development (Department of Agriculture and Cooperation). URL: http://agricoop.nic.in/seed/Fertiliser241209.pdf
3. Methods of Fertiliser Application. TNAU Agritech Portal. URL: http://agritech.tnau.ac.in/agriculture/agri_nutrientmgt_methodsoffertilizerappln.html



जयलक्ष्मी अय्यर *आई.आई.टी., बॉम्बे से रसायनशास्त्र में पोस्टग्रेजुएट हैं। उन्होंने यूनिवर्सिटी ऑफ शिकागो से पीएच.डी. की उपाधि हासिल की है। उर्वरक कम्पनी गुजरात नर्मदा वैली फर्टिलाइजर्स एण्ड केमिकल्स लिमिटेड से 1986 में जुड़ने से पहले उन्होंने एक वैज्ञानिक के रूप में आई.आई.टी., बॉम्बे तथा इण्डियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलुरु में काम किया। अपनी कम्पनी के आर एण्ड डी सेण्टर को स्थापित करने में उनका प्रमुख योगदान रहा है और उन्होंने कई वर्षों तक उसके आर एण्ड डी सेण्टर तथा क्वालिटी कंट्रोल विभाग के प्रमुख के रूप में कार्य किया है।*

वे अमेरिकन केमिकल सोसायटी की सदस्य हैं और उनको राष्ट्रीय तथा अन्तर्राष्ट्रीय जर्नलों में कई शोध प्रकाशित करने का और उनके कई पेटेंट हासिल करने का श्रेय जाता है। विज्ञान को आम लोगों तक पहुँचाने में गहन रुचि होने के कारण वे नर्मदानगर कम्युनिटी साइंस सेण्टर की गतिविधियों में शामिल रही हैं। उनसे jayayyer@yahoo.com पर सम्पर्क किया जा सकता है। ***अनुवाद :*** *भरत त्रिपाठी*